

Ю. Д. Мельчакова¹, А. В. Лаптева², Ю. Н. Чесноков¹, Я. М. Щелоков¹,
В. Г. Лисиенко¹

¹Уральский федеральный университет, ²Уральский государственный
экономический университет, г. Екатеринбург, annalapteva@mail.ru

НДТ ПО ОЦЕНКЕ КЛИМАТИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА

В настоящее время в РФ практически каждый автор пользуется своей методикой определения энергоемкости и энергоэкологичности. В работе приведен пример решения задач выявления наилучшей доступной технологии (НДТ) по единой методике для определения в РФ энергоэкологичности производства металлопродукции без учета энергоёмкости человеческого труда, пока, относительно, не достоверно определяемой. В статье предлагается оценивать НДТ по значениям следующих технологических чисел: топливного, экологического, амортизационного, парникового и их сумм. Технологические числа имеют сквозной характер – от добычи сырья до получения готовой продукции. НДТ в данном случае характеризуются наименьшей суммой всех технологических чисел.

Ключевые слова: климатическая нейтральность; наилучшие доступные технологии; металлургические технологии; вредные выбросы; выбросы парниковых веществ.

*Yu. D. Melchakova¹, A. V. Lapteva², Yu. N. Chesnokov¹,
Ya. M. Shchelokov¹, V. G. Lisienko¹*

¹Ural Federal University, ²Ural State Economic University, Ekaterinburg

BAT ACCORDING TO CLIMATIC NEUTRALITY OF BLAST-FURNACE PROCESS

Now in the Russian Federation practically each author uses exclusive technique of definition, both power consumption, and power ecological capacity. Here the example of the solution of problems of identification of the best available

technology (BAT) for uniform technique for definition in the Russian Federation of power ecological capacity of production of steel products without power consumption of human work, yet authentically not defined is given. In article it is offered to estimate BAT for values of the following technological numbers: fuel, ecological, depreciation, greenhouse and their sums. Technological numbers have through character – from extraction of raw materials before receiving finished goods. BAT are characterized by the smallest sum of all technological numbers.

Keywords: climatic neutrality, the best available technologies, metallurgical technologies, harmful emissions, emissions of greenhouse substances.

Введение. Климатическая нейтральность – иногда ее называют «углеродный нейтралитет», нулевой чистый показатель или чистый ноль – является ничем иным, как восстановлением баланса на планете, с точки зрения выбросов, сбросов и т. д. [1]. Здесь приведен пример решения задач выявления наилучшей доступной технологии (НДТ) по единой методике для определения в РФ энергоэкологоёмкости производства металлопродукции, но без учета энергоёмкости человеческого труда, т. к. есть мнения, что пока этот показатель не достаточно достоверно определяется.

Основная часть. Задача решается на основе существующей методики сквозного энергоэкологического анализа (СЭЭА). Как и при определении энергоёмкости продукции [1–4], так и определении эмиссии вредных выбросов применен сквозной подход к оценке удельных выбросов парниковых газов, ущерб от которых выражается в энергетических единицах. Это дает возможность сопоставлять ранее определенную энергоёмкость продукции рассматриваемых производств с учетом ущерба от выбросов парниковых газов. Сквозной анализ означает, что все его параметры определяются с момента добычи и транспортировки ресурсов.

Методика энергетического анализа была существенно усовершенствована и дополнена методикой экологического анализа, что и составило ядро, так называемого, интегрированного СЭЭА. В СЭЭА введены понятия: показатель сквозного энергетического анализа (СЭА) – ТТЧ [3], технологическое экологическое число (ТЭЧ) [5], технологическое амортизационное число (ТАЧ) [5],

технологическое парниковое число (ТПЧ) [5] и их комбинации.

ТТЧ – равный суммарным расходам всех видов энергии в данном и во всех предшествующих производствах технологических процессов, пересчитанных на необходимое для их получения первичное топливо, за вычетом ТТЧ, образуемых вторичными энергетическими ресурсами (ВЭР). Методика использования ТТЧ процесса позволяет сравнивать удельные энергоёмкости отдельных видов продукции по различным отраслям промышленности, определять основные источники потерь энергии, направления её экономии, объективные результаты энергосберегающих мероприятий в отдельных технологических процессах. Структурированная методика СЭА рассматривает следующий состав ТТЧ [3, 4]:

$$\text{ТТЧ} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_4, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_1 – энергия ископаемого топлива, кг у. т./ед. продукции (прод.), с учетом затрат на его добычу, подготовку или обогащение, транспортировку и др.; \mathcal{E}_2 – производная энергия, например, электроэнергия, пар, компрессорный воздух, кислород и т. п.; \mathcal{E}_3 – скрытая энергия в исходных материалах, оборудовании, капитальных сооружениях данного процесса, а также в операциях по поддержанию оборудования в работоспособном состоянии, например, ремонты и т. п.; \mathcal{E}_4 – отрицательная энергия ВЭР (коксовый, доменный газ и т. п.).

Параметр ТАЧ при расчетах ТТЧ учитывает затраты на амортизацию оборудования, представленные в энергетических единицах, израсходованных в предыдущих процессах – \mathcal{E}_3 . По определению, ТАЧ – это количество энергии (кг условного топлива, кг у. т., ГДж), эквивалентной величине амортизационных отчислений (АО) на единицу выпускаемой продукции и используемой при определении величины \mathcal{E}_3 для учета степени износа оборудования в каждом технологическом переделе.

Значение ТАЧ рассчитывается по формуле

$$ТАЧ = \frac{A}{C_{\text{пр.г.}}} \cdot \frac{Q_{\text{н.пр.г.}}^p}{Q_{\text{н.у.т.}}^p}, \quad (2)$$

где A – величина АО в денежном эквиваленте, \$ США/ед. прод., $C_{\text{пр.г.}}$ – цена природного газа; \$ США/м³. Величина $C_{\text{пр.г.}}$ принята равной 0,55 \$ США/м³; $Q_{\text{н.пр.г.}}^p = 35,8$ МДж/м³, $Q_{\text{н.у.т.}}^p = 29,33$ МДж/кг у. т. С учетом численных значений $ТАЧ = 2,231 \cdot A$ кг у. т./ед. прод.

В СЭЭА введено представление о ТЭЧ. ТЭЧ определяется как:

$$ТЭЧ = m_{\text{п}} \cdot K_{\text{вэ}} = \sum_k (M_k \cdot A_k) \frac{C_{\text{в.в.}}}{C_{\text{пр.г.}}} \cdot \frac{Q_{\text{н.пр.г.}}^p}{Q_{\text{н.у.т.}}^p}, \quad (3)$$

где $m_{\text{п}}$ – удельная приведенная масса вредных выбросов (т у. выбр./ед. прод.) [3]; $K_{\text{вэ}}$ – условный показатель, характеризующий степень компенсации экологического ущерба в кг у. т./т у. выбр.; M_k – фактическая удельная масса вредных выбросов k -го загрязняющего вещества, т выбр./ед. прод. для i -го передела; A_k – коэффициент агрессивности k -го загрязняющего вещества, т у. выбр./т выбр.; $C_{\text{вв}}$ – плата природопользователя за сверхлимитное загрязнение окружающей среды, \$ США/т у. выбр. Величина $C_{\text{вв}}$ принята равной 0,045 \$ США/т у. выбр. В результате единица измерения ТЭЧ – кг у. т./ед. прод.

ТПЧ определяется количеством кг у. т., необходимого для погашения стоимости экономического ущерба от выбросов парниковых газов на единицу выпускаемой продукции. Параметр ТПЧ определяется как

$$ТПЧ_{Pi} = \frac{C_{\text{п.г.}}}{C_{\text{пр.г.}}} \cdot \frac{Q_{\text{н.пр.г.}}^p}{Q_{\text{н.у.т.}}^p} \cdot \sum_{k=1}^N M_k^{\text{п.г.}}, \quad (4)$$

где $M_k^{\text{п.г.}}$ – фактическая удельная масса выбросов парниковых газов, т выбр./ед. прод. для i -го передела; N – количество учитываемых парниковых газов (здесь учитывается эмиссия только диоксида углерода, т. е. $N = 1$), $C_{\text{п.г.}}$ – плата за эмиссию парниковых газов природопользователя за загрязнение окружающей среды выбросами в атмосферу парниковых газов, принято значение 0,045 \$ США/т п. г. В

результате размерность ТПЧ – кг у. т./ед. прод. С учетом численных значений $K_{\text{вп}} = 0,101$ кг у. т./т п. г.

Все эти числа имеют энергетическую размерность: т условного топлива / единицу продукции, что позволяет их складывать. Топливное технологическое число характеризует энергоемкость продукции. Технологическое экологическое число переводит плату предприятия за загрязнение окружающей среды в энергетические единицы. Технологическое амортизационное число переводит амортизационные отчисления из рублей в энергетические единицы. Технологическое парниковое число переводит плату предприятия за выбросы парниковых газов в энергетические единицы. Технологически топливно-экологическо-парникового числа (ТТЭПЧ) представляет оценку климатической нейтральности производства продукции черной металлургии:

$$\text{ТТЭПЧ} = \text{ТТЧ}_{\Sigma} + \text{ТЭЧ} + \text{ТПЧ} = \sum \Psi_i \cdot \text{ТТЧ}_i + \text{ТАЧ} + \text{ТЭЧ} + \text{ТПЧ}, \quad (5)$$

где ТТЧ_{Σ} – суммарное ТТЧ. ТТЭПЧ определяет сквозную энергоэкологическую и парниковую характеристику процесса. Чем меньше значение ТТЭПЧ у процесса, тем меньше его энергоёмкость и меньший ущерб он наносит окружающей среде. По этому параметру целесообразно выбирать НДТ для внедрения.

Выводы. Предложен критерий для выбора НДТ (5) в виде единой методики по определению в РФ энергоэкологоёмкости производства металлопродукции. Эта методика позволяет проведение сквозных суммарных расчётов ресурсоёмкости технологического продукта в зависимости от поставленной задачи:

- в виде энергоёмкости (1),
- в виде показателя климатической нейтральности производства металлопродукции (5).

Считаем возможным использование данного метода для других видов энергоемких производств.

Список использованных источников

1. Щелоков, Я. М. Об энерготехнологической производительности сталеплавильных производств / Я. М. Щелоков // Сталь. – 1988. – № 9. – С. 20–21.
2. Лисиенко, В. Г. Методика расчета и использование технологических топливных чисел / В. Г. Лисиенко, С. Е. Розин, Я. М. Щелоков // Известия высших учебных заведений. Чёрная металлургия. – 1987. – № 2. – С. 108–112.
3. Лисиенко, В. Г. Оценка энергоэффективности альтернативных бескоксовых металлургических технологий / В. Г. Лисиенко, А. Е. Пареньков, А. В. Лаптева // Сталь. – 2009. – № 2. – С. 72–77.
4. Лисиенко, В. Г. Сравнительный эколого-парниковый анализ альтернативных бескоксовых процессов производства чугуна и стали / В. Г. Лисиенко, Ю. Н. Чесноков, А. В. Лаптева // Металлург. – 2011. – № 7. – С. 40–45.
5. Чесноков, Ю. Н. Математические модели косвенных оценок эмиссии CO_2 в некоторых металлургических процессах / Ю. Н. Чесноков, В. Г. Лисиенко, А. В. Лаптева // Сталь. – 2011. – № 8. – С. 74–77.